

الطاقة والبيئة والتنمية المستديمة:
آفاق ومستجدات

أ. نجاة النيش

يونيو 2001

مقدمــة:

يُعتبر التلوث نوعاً من أنواع الإخلال بالتوازن الطبيعي للأنظمة البيئية أو الغطاء الحيوي بأكمله. ولم يعد الاهتمام بالتلوث في العصر الحاضر، منحصراً على التلوث المحلي للدول بل صار يعم كل أنواع التلوث العابر للحدود والقارات (التلوث العالمي للغطاء الجوي)، مما أثار ولا يزال يثير الجدال حول إيجاد سبل "تنظيف الأنشطة الاقتصادية الحالية" وذلك عن طريق البحث والتطوير في مجالات التكنولوجيا النظيفة وإيجاد البدائل غير المضرة بالغطاء الحيوي أو الأنظمة الإيكولوجية، بالإضافة إلى تعزيز سبل الكفاءة في الإنتاج والصيانة إما بالاستخدام الأمثل لمدخلات الإنتاج وتحقيق أقصى مردود بأقل موارد ممكنة، أو بتكثيف الإنتاج للوحدة من المدخلات أوتطوير التقنيات المستخدمة.

تتطرق الورقة إلى تسليط الأضواء على التأثيرات الموجبة والسالبة لاستخدام الطاقة على الجانبين البيئي والتنموي ثم متطلبات كفاءة وترشيد الاستهلاك لأهداف التنمية المستدامة. تنقسم الورقة إلى سبعة أجزاء، حيث يخص الجزء الأول دور الطاقة في التنمية والبيئة بشكل عام. أما الجزء الثاني فيتطرق إلى أسباب اللجوء والبحث عن الطاقات البديلة وبالأخص الطاقة الخضراء أو النظيفة. وينهج الجزء الثالث دراسة تحليلية ومراجعة لبعض الأدبيات والبحوث الخاصة بإنتاج البترول في العالم ثم الآثار المتولدة عنه والمتوقع حدوثها. أما الجزء الرابع فيستهدف دور الاقتصاد في استدامة موارد الطاقة وتحديد الآثار السلبية والسياسات التي يجب أن تحكم عصر ثورة الطاقة. ويتطرق الجزء الخامس إلى سياسات واتجاهات الدول العربية بهدف استدامة الطاقة وتعدد مواردها وإدخال التقنيات الأنظف في الإنتاج والاستهلاك. أما الجزء السادس فيرتكز على التنبيه لزمن أزمة ما بعد البترول المتوقع حدوثه في غضون عشرات السنين ودور البترول رغم توقع شحته في إمدادات العالم من الطاقة مقارنة بعجز الطاقات البديلة عن توفير الكميات الكافية لتسيير عجلة القطاعات الصناعية بالسرعة والقوة التي يوفرها الوقود الأحفوري. وأخيراً، تنتهي الورقة بخلاصة وتوصيات خاصة بالدول العربية لتعزيز استدامة مواردها من الطاقة.

1. دور الطاقة في التنمية والبيئة:

يظل استخدام الوقود الأحفوري، ولأمد مستقبلي منظور، المصدر الأولي للطاقة في أغلب مجالات التنمية. ولا ننكر أن وجود الطاقة الأحفورية قد سمى بمجتمعات كثيرة إلى النهضة الصناعية التي ساعدت بدورها على التنمية والإبداع ورفاهية الشعوب. ويعتبر البترول والغاز الطبيعي شريان الحياة للكثير من القطاعات والأنشطة الصناعية والتجارية والمنزلية.

لقد تزايد الاهتمام بالآثار البيئية للطاقة منذ أوائل التسعينات وبالأخص قضايا انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الدفيئة. وتم تطبيق نظام الأمم المتحدة لاتفاقية تغير المناخ سنة 1992 كرد فعل لقضايا ارتفاع تركيزات الغازات الدفيئة في الهواء وأثرها السلبي على المناخ والأنظمة الحيوية.

من بين أسباب انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون نذكر عاملين أساسيين وهما حرق الوقود الأحفوري وقطع الغابات الذي يؤدي إلى تغير طبيعة التربة والأراضي الغابوية والحراجية. وقد أفادت إدارة معلومات الطاقة بالولايات المتحدة (EIA/DOE)[1] أن ثلاث أرباع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الإجمالية الحالية أصلها من حرق الوقود الأحفوري وقد تزايد مجموع الانبعاثات منذ سنة 1970 حيث وصل إلى مستوى 5.8 بليون طن متري (Billion Metric Tons) في سنة 1990 و 6.2 بليون طن متري سنة 1997 ويتوقع تزايد ارتفاعه ليصل إلى 10 بليون طن متري سنة 2020 وهو مستوى يفوق مستويات انبعاث ثاني أكسيد الكربون لسنة 1997 بـ 62%.

يعطي الجدول (1) في الملحق توقعات استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون لغاية سنة 2020. ونستنتج منه أن استهلاك دول الشرق الأوسط للطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون هي ضئيلة إذا ما قورنت بالدول المصنعة وشرق أوروبا والاتحاد السوفيتي ثم آسيا حيث بلغت نسبة استهلاكها من العالم للطاقة 3.78% سنة 1990 و 4.71% سنة 1997 ويتوقع أن يصل إلى 5.24 و 5.64 لسنوات 2010 و 2020 بالتوالي وتصح نفس الملاحظة بالنسبة لغازات ثاني أكسيد الكربون المنتجة فهي ضئيلة بنسب 3.92% و 4.81% و 5.81% و 5.51% بالتالي لسنوات 1990 و 1997 و 2010 و 2020.

2. الطاقة الخضراء:

تعتبر الأضرار البيئية لغازات الدفيئة من الأسباب الملحة لتطبيق أنظمة كفاءة استخدام الطاقة والحفاظ عليها واستدامتها في الوقت الحاضر وذلك للحد من التأثير السلبي على البيئة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت وغيرها بكميات تفوق القدرة الاستيعابية الطبيعية للنظم الإيكولوجية والمسببة لتلوث الهواء وسخونة الأرض وتغيير المناخ. وقد نتج عن التخوفات من الأضرار البيئية

[1]Millenium Conference on Energy, Environment, and Clean Mobility, 2000. http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/environmental.html

للوقود الأحفوري، اللجوء إلى تقنيات بديلة للطاقة النظيفة أو ما يسمى بالطاقة الخضراء "Green Energy" كاستخدام الغاز الطبيعي، والغاز المسال، والاستفادة من الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح والبحر، والطاقة الجوفية الحرارية للأرض (Geothermal) والطاقة العضوية.

عُرِفَت إمدادات الطاقة المائية منذ حوالي 100 سنة وتنتج حالياً ما يقرب لـ 70000 ميغاواط (MW)[2]. وقد شجع البنك الدولي في السبعينات إدخال هذه التقنيات في دول العالم إلا أنها ولأسباب بيئية واجتماعية صار مستقبلها يتوقف على المشاريع الصغيرة. أما طاقة المد والأمواج، نظراً لتكلفتها وتقنياتها وعواملها البيئية، فهي تعتبر طاقة متجددة في مجال التجربة من قبل بعض الدول المتقدمة كفرنسا والمملكة المتحدة. إلا أن لطاقة العضوية (Energy Crops) فهي تنتج وقوداً عضوياً على شكل صلب أو سائل أو غاز من محاصيل نباتية. إلا أن المشكلة في هذا النوع من الطاقة هو انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون عند الاشتعال لكونها مادة عضوية. ويمكن الاستعانة بهذه الطاقة في حالة وجود توازن في نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء وزيادة مساحة الغطاء النباتي المستوعب لغازات الدفيئة.

3. مراجعة الأدبيات عن إنتاج البترول:

إن أغلب الصناعات الثقيلة في العصر الحاضر تعتمد على الطاقة البترولية كما أن معظم القطاعات الاقتصادية (الصناعة، النقل، الزراعة، والتعدين،...) تستمر بتواجد النفط. إلا أن بعض المؤشرات منها البيئية والاقتصادية تعلن عن تقادم هذا المصدر الهام للطاقة من ناحيتين: الأولى تهديده بالفناء (نهاية محدودة وقريبة) والثانية متعلقة بتلوثه للبيئة عند حرقه حيث سبب استخدامه المفرط في جميع المجالات (لرخص سعر وتواجده) انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكبريت زيادة عن الأبخرة المتولدة عن تصنيعه مما سبب بإخلال توازن بعض الأنظمة البيئية. ولعل هذه الإنذارات حافزة للبحث عن موارد طاقة متجددة صديقة للبيئة لتخفيف الضغط على استخدام الطاقة الأحفورية والحد من التلوث.

قبل اكتشاف البترول (وعند شحته) اعتمدت الدول في اقتصاداتها على العديد من مصادر الطاقة المعروفة من الرياح والمياه لتوليد الطاقة الكهربائية وغيرها . كما أن أزمة الطاقة التي حدثت في السبعينات قد هزت بعض الشعوب المتقدمة وحثت إلى السعي وراء إيجاد البديل. وما الإنذارات البيئية (تغيير المناخ) والاقتصادية (قرب انتهاء المخزون البترولي وعدم كفاية الاكتشافات الجديدة والحديثة لتغطية النقص) إلا نتيجة

[2] Alan Dickson. 1996. Why the World Needs Sustainable Sources of Energy. http//www.Solstice-ae.com/article/renew.htm

للاستخدام المفرط والمثقل على حساب هذا المورد الطبيعي غير المتجدد (Abusive Over-Use). وقد نبه معهد الموارد العالمي بمحدودية استغلال الرصيد المتبقي في 50 سنة وذلك لتوقعات الارتفاع في استهلاك الطاقة في الدول النامية إلى ما يوازي الضعف إضافة إلى تحديد مشكلة أخرى خاصة بصعوبة استخراج النفط عند قرب نفاذه (نقصه) حيث ستصير تكلفة الاستخراج عالية، وبذلك سيقل الإنتاج والانتفاع ما بين سنوات 2007 و 2014.[3]

ذكر Charrier[4] في مؤتمر الألفية عن الطاقة والبيئة والتنقل النظيف (يناير 2000)، أنه وفقاً لمعدلات الاستهلاك الحالية للوقود الأحفوري، وبالاعتماد على فرضية محدودية الرصيد وعدم تجدد موارده، فإن الرصيد المعروف من الطاقة الأحفورية (التي تستخدم تبعاً لقوانين العرض والطلب وبتكلفة متسقة مع أسعار السوق الحالية) سيتم استنفاذه في حدود الأربعين سنة المقبلة بالنسبة للبترول، وفي حدود 70 سنة بالنسبة للغاز الطبيعي وفي حدود قرنين بالنسبة للوقود الحجري.

كما يبين الشكل (1)، تقديرات الإحتياطي من البترول عند نهاية سنة 1996، وعمر الاحتياطي لكل دولة منتجة للبترول وتتمتع دول الشرق الأوسط بأكبر حصة وأطول عمر للإنتاج.[5]

---

[3] Dickson, Alan. 1996. www.Solstice.ae.com/articles/renew.htm

[4] Executive Director, Green Cross International. www.gci.eh/GreenCross…/consumption patterns/

[5] www.ems.ps4.edu/~radovic/oil_reserves97.gi

شكل (1) تقديرات الإحتياطي من البترول (نهاية 1996)

Source: The Economist. 8/2/1997.

كان أساس البحث عن بديل للطاقة الأحفورية في السبعينات هو أزمة الوقود الأحفوري وغلاء أسعاره ومحاولة الدول المتقدمة تجنب التبعية لوقود الشرق الأوسط. أما عن البحث عن بديل للطاقة في القرن الواحد والعشرين فإنه لا يرتبط فقط بشحة الوقود الأحفوري وقرب نفاذه وإنما كذلك بالآثار السلبية على البيئة من أمطار حمضية وسخونة للأرض (تغير المناخ) حيث غدا التنوع في مدخلات الطاقة أمراً ضرورياً وملحاً للحفاظ على التوازن البيئي أولاً وللحفاظ على المخزون من الوقود الأحفوري المهدد بالفناء ومحاولة استدامة الانتفاع به مع العلم بأن مكانته ستبقى في الصدارة مكونة الجزء الأكبر من مصادر الطاقة.

تنص اتفاقية تغيير المناخ الموقعة من قبل أغلب الدول الصناعية سنة 1992 على تحديد الانبعاثات من ثاني أكسيد الكربون إلى مستويات سنة 1990 أو أقل منها ببلوغ سنة 2000. إلا أن معظم الدول المتقدمة لم تستطع الوفاء بهذه الاتفاقية حيث صار من المتوقع بلوغ أهداف اتفاقية تغيير المناخ في حدود عام 2010 إلى 2012. لم تكن الدول النامية مجبرة على توقيع اتفاقية تغيير المناخ وذلك لأن نصيبها في الانبعاثات العالمية ضئيل بالمقارنة للدول المصنعة، فنصيب الفرد[6] من استهلاك الوقود الأحفوري سنة 1992 (سنة الاتفاقية) يعادل ما هو 15.7 طن في الولايات المتحدة الأمريكية، و 5.4 طن في المملكة المتحدة، و 0.27 طن في الهند و 0.023 طن في النيبال (وهو ما يعادل $\frac{1}{700}$ نصيب الفرد في الولايات المتحدة الأمريكية)، فمواطن أمريكي بالمعدل يستهلك سنوياً ما يعادل استهلاك 700 مواطن نيبالي ~~في السنة. لقد عرفت الولايات~~ المتحدة الأمريكية سنة 1996 أعلى مستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون[7] وذلك باستخدام الفحم الحجري

[6]Alan Dickson, 1996. www solstice-ae.com/articles/renew.htm.

[7]Report: Greenhouse Gas Emissions Rise Sharply. October 20, 1977. www.cnn.com/EARTH/9710/20/greenhouse.ap/index.htm.

(الملوث الرئيسي للهواء) بسبب غلاء الغاز الطبيعي وقوة النشاط الاقتصادي. فإذا كانت الدول المصنعة ذات الوعي البيئي والرائدة في القوانين واللوائح الرادعة للتلوث لم تعر انتباهها لاتفاقية تغير المناخ والنتائج الناجمة عن حرق الفحم الحجري، فما بال الدول النامية التي لا يتوفر لديها الغاز الطبيعي ولا الوعي البيئي المتقدم ولا الاقتصاد القوي. فالدول النامية تسير نهج الدول المتقدمة في تطوير أنشطة اقتصاداتها . كما أن اتفاقية تغير المناخ تنص على الحد من الانبعاثات المولدة لظاهرة الصوبة (Greenhouse Gases) إلى مستويات سنة 1990 . وبلوغها لا يمكن الوصول إليه إلا باتخاذ سبل الكفاءة في استخدام الطاقة والالتزام باستخدام التكنولوجيات النظيفة في ميادين الطاقة أو بالأحرى الوقود النظيف وأنواع الوقود المعترف بها صديقة للبيئة كالغاز والطاقات المتجددة.

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية أكبر منتج لثاني أكسيد الكربون من مصادر حرق الطاقة الأحفورية، يليها الاتحاد السوفيتي السابق ثم اليابان فألمانيا وفرنسا وإيطاليا ثم الصين وانجلترا، الجدول (4) في الملحق. وكما يتضح من نفس الجدول أن إنتاج ثاني أكسيد الكربون لشمال أمريكا وحدها يعادل 30% و 29.4% و 29% من مجموع الانبعاثات العالمية للسنوات 1980 و 1990 و 1998 . ويعد إنتاج أوروبا الغربية لثاني أكسيد الكربون من العالم 23.5% 20.3% و 20.7% للسنوات 1980 و 1990 و 1998 ويمثل الشرق الأقصى وأوسيانيا 18% و 20% و 26.5% من ثاني أكسيد الكربون العالمي للسنوات 1980 و 1990 و 1998 . أما بالنسبة لأوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتي السابق فإنتاجها من ثاني أكسيد الكربون هو 17.1 % سنة 1980 و 15.7% سنة 1990 . أما أمريكا الجنوبية واللاتينية فإنتاجها من العالم هو 5.8% لسنة 1980 و 5.4 سنة 1990 و 6.78 سنة 1998 . أما بالنسبة لإفريقيا والشرق الأوسط فإنتاجهما ضئيل مقارنة بباقي المجموعات الأخرى، حيث أن نسبة أفريقيا من إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون لسنوات 1980 و 1990 و 1998 هي 2.4% و 33% و 3.8%. أما مجموعة دول الشرق الأوسط فنسبة إنتاجها لثاني أكسيد الكربون من العالم هي 3.4% سنة 1980 و 5.5% سنة 1990 و 5.97 سنة 1998 (يمثل الشرق الأوسط في الجدول كلا من البحرين، قبرص، إيران، العراق، إسرائيل، الأردن، الكويت، لبنان، عُمان، قطر، السعودية، سوريا، الإمارات، اليمن) أما إذا أخذنا دول الشرق الأوسط العربية لوحدها فإن إنتاجها من ثاني أكسيد الكربون نسبة إلى العالم يمثل 2.10% سنة 1980 و 3.48% سنة 1990 و 3.84% سنة 1998 .

يبين الجدول (2) في الملحق، احتياطي العالم من البترول الخام والغاز الطبيعي من مصدرين هما عالم البترول (World Oil) وجريدة البترول والغاز (Oil and Gas Journal) بتاريخ يناير 1999.[8] كما يبين الجدول (3)، إنتاج العالم من البترول لسنوات 1990–1998 ونتيجة لدراسة أجرتها إدارة معلومات الطاقة عن توقعات الإنتاج لسنوات 2005، 2010، 2015، و 2020 بوجود خمس سيناريوهات للإنتاج والأسعار وهي كالتالي:[9]

- الأول : سيناريو الحالة الراهنة (Reference Case).
- الثاني : سيناريو حالة ارتفاع الأسعار للبترول الخام.
- الثالث : سيناريو حالة انخفاض الأسعار للبترول الخام.
- الرابع : سيناريو حالة ارتفاع إنتاج (عرض) الدول غير المنتمية للأوبك.
- الخامس : سيناريو حالة انخفاض إنتاج (عرض) الدول غير المنتمية للأوبك.

في ظل سيناريو الحالة الراهنة يتوقع ارتفاع إنتاج دول الخليج من 29% سنة 1998 إلى 36.5% سنة 2020. أما في حالة سيناريو ارتفاع الأسعار للبترول الخام فيتوقع أن إنتاج دول الخليج سيعرف ركوداً في الفترة ما بين 1998 و 2010 عند 28% ثم يرتفع إلى 33.2% سنة 2020. أما سيناريو انخفاض الأسعار للبترول الخام، فينبأ بارتفاع كبير لإنتاج دول الخليج من البترول من 27.8 سنة 1998 إلى 41.7% سنة 2020. أما في حالة سيناريو ارتفاع إنتاج الدول غير المنتمية للأوبك، فيتوقع أن إنتاج دول الخليج ستعرف انخفاضاً سنة 2005 بنسبة 1.8% مقارنة بسنة 1998، ثم بعدها يعرف ارتفاعاً حيث تبلغ نسبة إنتاجها من العالم 33.2% سنة 2020 وهي أقل من نسبة سيناريو الحالة الراهنة. أما نتائج سيناريو حالة انخفاض إنتاج الدول غير الأوبك، فهي تنبأ بارتفاع نسبة دول الخليج من الإنتاج العالمي للبترول حيث يتوقع أن يصل إلى 31.8% من العالم سنة 2005 و 45.33% سنة 2020.

من بين أسباب احتمالات ارتفاع إنتاج الدول غير المنتمية للأوبك ذكر تقرير توقعات الطاقة العالمية 2000 (IEO 2000) الفرضيات التالية:[10]

[8] Energy Information Administration, International Energy Outlook 2000.

[9] Ibid.

[10] Energy Information Administration. U.S. Department of Energy. International Energy Outlook 2000, pp. 36-37.

توقع استكشافات جديدة من البترول (في كل من الاتحاد السوفيتي السابق وأمريكا اللاتينية وغرب أفريقيا ثم بحر جنوب الصين) مقدرة بأن تكون 15% أكبر من تقديرات الحالة الراهنة بحلول سنة 2020.

يتوقع أن ثلث العالم من البترول غير المكتشف سيضيف حوالي 65 بليون برميل للحالة الراهنة.

سيكون لتحسين وتطوير ونقل التكنولوجيا عالمياً دور في زيادة الإنتاج.

استخدمت مدة نسبة الاحتياطي للإنتاج عشر سنوات وهي أقل من النسبة المستخدمة في الحالة الراهنة وهي 15 سنة.

أما بالنسبة لدراسة سيناريو حالة انخفاض إنتاج الدول غير الأوبك من البترول، فقد اعتمدت الدراسة على الفرضيات التالية:

كميات البترول المنتجة من الاحتياطي غير المكتشف في مناطق المياه العميقة يعتبر أقل 25% من الحالة الراهنة كناتج لحالة انخفاض الأسعار ووجود مستودعات من الغاز الطبيعي أكثر من مستودعات البترول.

سوف لا يعتبر إلا خمس البترول غير المكتشف في دول غير الأوبك اقتصادياً للإنتاج طيلة مدة الدراسة.

اعتبر معدل الاستعادة العالمي 35% (international Recovery Rate) أقل من معدل الحالة الراهنة الذي يساوي 45%.

افترض أن إنتاج روسيا من البترول سيكون ثلث إنتاجها في الحالة الراهنة.

وتوضح الجداول (1.3) إلى (5.3) التالية إنتاج العالم من البترول حسب المناطق (By Region) لكل سيناريو.

جدول (3) ملخص إنتاج العالم من البترول (مليون برميل لليوم)

مجموعة العالم	1990	%	1998	%	2005	%	2010	%	2015	%	2020	%
سيناريو الحالة الراهنة	66.7	24.6	74.9	27.8	83.6	29.2	93.2	30.3	103.1	33.2	112.5	36.9
سيناريو حالة ارتفاع الأسعار للبترول الخام	66.7	24.6	74.9	27.8	82.2	27.7	90.9	27.8	99.9	29.6	108.6	33.2
سيناريو حالة انخفاض الأسعار للبترول الخام	66.7	24.6	74.9	27.8	86.0	31.6	97.2	33.9	108.3	37.6	119.2	41.7
سيناريو ارتفاع إنتاج الدول غير المنتمية للأوبك	66.7	24.6	74.9	27.8	83.6	26.0	93.2	27.0	103.1	28.5	112.5	33.2
سيناريو انخفاض إنتاج الدول غير المنتمية للأوبك	66.7	24.7	74.9	27.8	83.6	31.8	93.2	35.2	103.1	39.96	112.5	45.33

% = إنتاج الخليج العربي كنسبة مئوية من استهلاك العالم.

المصدر: مستخلص من إدارة معلومات الطاقة: توقعات الطاقة العالمية، 2000.

جدول (1.3) إنتاج العالم من البترول حسب المناطق: السيناريو الأول (مليون برميل لليوم)

سيناريو الحالة الراهنة	1990	1998	2005	2010	2015	2020
دول الأوبك (الخليج)	16.2	20.5	24.5	28.3	34.3	41.6
دول الأوبك (أخرى)	8.3	9.9	12.0	13.4	14.0	14.3
مجموع دول الأوبك	24.5	30.4	36.5	41.7	48.3	55.9
الدول غير المنتمية للأوبك (المصنعة)	20.1	23.3	23.9	24.2	24.1	23.6
الدول غير المنتمية للأوبك (أوراسيا)	14.5	10.7	11.2	14.0	16.1	17.2
الدول غير المنتمية للأوبك (أخرى)	7.6	10.5	12.0	13.3	14.6	15.8
مجموع الدول غير المنتمية للأوبك	42.2	44.5	47.1	51.5	54.8	56.6
مجموع العالم	66.7	74.9	83.6	93.2	103.1	112.5

المصدر: مستخلص من إدارة معلومات الطاقة: توقعات الطاقة العالمية، 2000.

جدول (2.3) إنتاج العالم من البترول حسب المناطق: السيناريو الثاني (مليون برميل لليوم)

سيناريو حالة ارتفاع أسعار البترول الخام	1990	1998	2005	2010	2015	2020
دول الأوبك (الخليج)	16.2	20.5	22.9	25.4	29.7	36.2
دول الأوبك (أخرى)	8.3	9.9	11.6	12.9	13.7	13.9
مجموع دول الأوبك	24.5	30.4	34.5	38.3	43.4	50.1
الدول غير المنتمية للأوبك (المصنعة)	20.1	23.3	24.3	25.1	25.1	24.8
الدول غير المنتمية للأوبك (أوراسيا)	14.5	10.7	11.2	14.3	16.5	17.5
الدول غير المنتمية للأوبك (أخرى)	7.6	10.5	12.2	13.2	14.9	16.2
مجموع الدول غير المنتمية للأوبك	42.2	44.5	47.7	52.6	56.5	58.5
مجموع العالم	66.7	74.9	82.2	90.9	99.9	108.6

المصدر: مستخلص من إدارة معلومات الطاقة: توقعات الطاقة العالمية، 2000.

جدول (3.3) إنتاج العالم من البترول حسب المناطق: السيناريو الثالث (مليون برميل لليوم)

سيناريو حالة انخفاض أسعار البترول الخام	1990	1998	2005	2010	2015	2020
دول الأوبك (الخليج)	16.2	20.5	27.3	33.0	40.8	49.8
دول الأوبك (أخرى)	8.3	9.9	12.8	14.3	14.8	15.1
مجموع دول الأوبك	24.5	30.4	40.1	47.3	55.6	64.9
الدول غير المنتمية للأوبك (المصنعة)	20.1	23.3	23.3	23.3	23.1	22.4
الدول غير المنتمية للأوبك (أوراسيا)	14.5	10.7	11.1	13.8	15.6	16.6
الدول غير المنتمية للأوبك (أخرى)	7.6	10.5	11.5	12.8	14.0	15.3
مجموع الدول غير المنتمية للأوبك	42.2	44.5	45.9	49.9	52.7	54.3
مجموع العالم	66.7	74.9	86.0	97.2	108.3	119.2

المصدر: مستخلص من إدارة معلومات الطاقة: توقعات الطاقة العالمية، 2000.

جدول (4.3) إنتاج العالم من البترول حسب المناطق: السيناريو الرابع (مليون برميل لليوم)

سيناريو حالة ارتفاع إنتاج الدول غير المنتمية للأوبك	1990	1998	2005	2010	2015	2020
دول الأوبك (الخليج)	16.2	20.5	21.7	25.0	29.4	37.3
دول الأوبك (أخرى)	8.3	9.9	9.8	10.3	12.6	13.1
مجموع دول الأوبك	24.5	30.4	31.5	35.3	42.0	50.4
الدول غير المنتمية للأوبك (المصنعة)	20.1	23.3	25.3	25.9	26.1	25.8
الدول غير المنتمية للأوبك (أوراسيا)	14.5	10.7	13.1	16.2	17.9	18.8
الدول غير المنتمية للأوبك (أخرى)	7.6	10.5	13.7	15.8	17.1	17.5
مجموع الدول غير المنتمية للأوبك	42.2	44.5	52.1	57.9	61.1	62.1
مجموع العالم	66.7	74.9	83.6	93.2	103.1	112.5

المصدر: مستخلص من إدارة معلومات الطاقة: توقعات الطاقة العالمية، 2000.

جدول (5.3) إنتاج العالم من البترول حسب المناطق: السيناريو الخامس (مليون برميل لليوم)

سيناريو حالة انخفاض إنتاج الدول غير المنتمية للأوبك	1990	1998	2005	2010	2015	2020
دول الأوبك (الخليج)	16.2	20.5	26.6	32.8	41.2	51.0
دول الأوبك (أخرى)	8.3	9.9	11.9	14.5	15.2	15.4
مجموع دول الأوبك	24.5	30.4	38.5	47.3	56.4	66.4
الدول غير المنتمية للأوبك (المصنعة)	20.1	23.3	22.9	22.3	21.4	20.0
الدول غير المنتمية للأوبك (أوراسيا)	14.5	10.7	11.0	11.9	12.7	13.1
الدول غير المنتمية للأوبك (أخرى)	7.6	10.5	11.2	11.7	12.6	13.0
مجموع الدول غير المنتمية للأوبك	42.2	44.5	45.1	45.9	46.7	46.1
مجموع العالم	66.7	74.9	83.6	93.2	103.1	112.5

المصدر: مستخلص من إدارة معلومات الطاقة: توقعات الطاقة العالمية، 2000.

4. الاقتصاد والطاقة المستديمة:

– عصر ثورة الطاقة:

يواجه استخدام الطاقة الأحفورية قيود من بينها قضايا تلوث البيئة، ونضوب الاحتياطي والمخزون وكذلك مشكلة النمو الديمغرافي وتطلعات النمو الاقتصادي. وتعتبر هذه القيود كافية لتوليد أزمة عالمية أساسها اختلال ركيزة الاقتصاد.

أشار Chartier في مؤتمر الألفية عن الطاقة (2000)، إلى أن الانفجار الديمغرافي سيبلغ ما بين 9 إلى 11 بلايين نسمة على الكوكب الأرضي خلال الخمس عقود المقبلة. وبدون أي تغيير في سياسات الطاقة سيستمر البترول والطاقة الأحفورية (البترول، الغاز، والفحم الحجري) في مد 80% من احتياجات الطاقة للعالم في القرن الواحد والعشرين. وهذا الضغط سيولد آثاراً بيئية غير رجعية تهدد توازن المناخ العالمي، إضافة إلى اعتبار الأسعار وتأمين العرض (الإنتاج) وهذه قوات ضغط كافية لتغيير مسارات أنظمة الطاقة.

فعصر ثورة الطاقة يجب أن يحكم بثورة في التفكير والممارسات تجاه موارد الطاقة حيث لا يمكن لسياسة الطاقة أن تستمر كسياسة تنموية مستديمة مستمدة من سياسة تجارية كما هو جاري به العمل حالياً، حيث من الضروري تعديل السياسات الحالية للطاقة لمواكبة سير الحضارة في مستوى يليق بشعوب عالم العولمة، ويجب بدء المبادرة من طرف الدول المصنعة التي بنت ترف شعوبها اعتماداً على الطاقة الأحفورية ووصلت إلى مستويات من التقدم يستحيل عندها الاستغناء عن الطاقة مع معرفتها التامة أن مجموعة الطاقات البديلة سوف لا تعوضها إلا عن جزء بسيط من استخداماتها للوقود الأحفوري.

– دور الاقتصاد في البيئة

معظم السلع في الأسواق الاقتصادية تعكس تكلفتها إلا أنه في ميادين الطاقة تظل هذه الحقيقة غائبة عن الوجود. فأسعار السوق للوقود الأحفوري لا يدخل في تركيبتها تكلفة الآثار المترتبة عن التلوث (نفايات سائلة وغازية) وأثرها على شعوب واقتصادات الحاضر والمستقبل. كما أن المنح (الدعم) المباشر وغير المباشر المخول من الحكومات إلى صناعات الطاقة الأحفورية والذرية يعتبر عائقاً لنمو وتطوير موارد الطاقة البديلة والمتجددة.

إن الاقتصاد المستديم هو الذي يأخذ بعين الاعتبار محدودية الأنظمة الإيكولوجية وتأمين فرص عادلة من توزيع الموارد المتجددة وغير المتجددة بين الحاضر والمستقبل آخذاً بالاعتبار محدودية البيئة في تلقي النفايات. تتصف الطاقة غير المتجددة بمحدودية البقاء وكذلك الشأن بالنسبة للطاقة المتولدة من الموارد المتجددة فهي محدودة العطاء ولا يمكن توليد كميات من الوقود أعلى من قدرتها الاحتمالية للإنتاج إلا أنه يمكن تجديدها وتخزين المنتج من الطاقة وكذلك الاتجار فيه (التصدير والاستيراد). إن الهدف من الطاقة المتجددة هو استدامة الطاقة الأحفورية وتمديد عمر الانتفاع بها إضافة إلى الحد من التلوث المضر بالتوازن البيئي خصوصاً الخاص بتغير المناخ (ظاهرة الصوبة). كما أن تنوع الموارد المستخدمة في ميادين الطاقة وغيرها (Diversification) قد يعين في الاستدامة والتطوير والتقدم نحو آفاق جديدة من التكنولوجيات المتعددة الرخيصة والنظيفة.

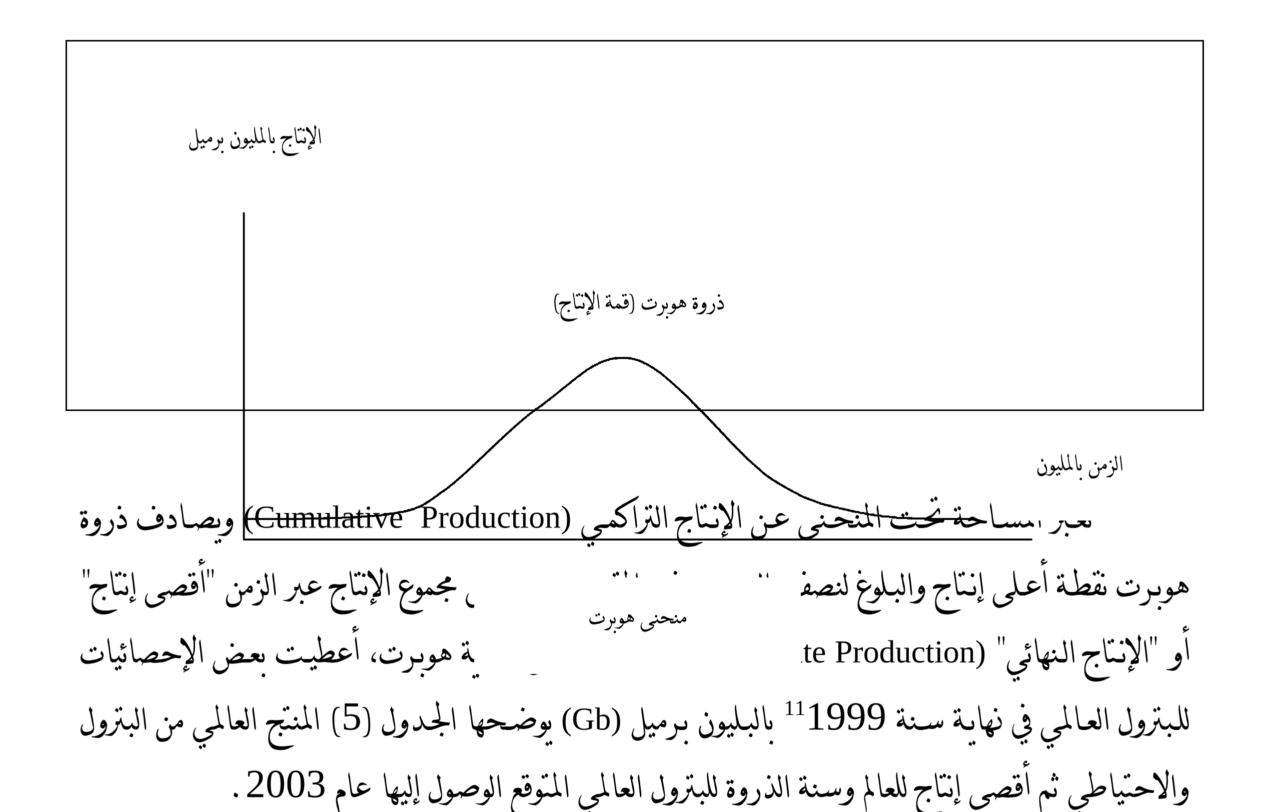
حثت توصيات مؤتمر الألفية عن الطاقة (2000)، على التهديدات المتولدة عن تغير المناخ العالمي، والاحتياجات الملحة والمستعجلة من خدمات الطاقة الأساسية للفقراء في القرى الريفية، إضافة إلى اعتبار تكاليف التلوث الخاصة بالطاقة عند القيام بتقييم المشروعات التنموية. ومن أهم الاقتراحات لتوصيات المؤتمر أولاً، نداء الحكومات ووكالات التنمية العالمية كالبنك الدولي للمساهمة في إدخال خدمات الطاقة النظيفة إلى ما يقرب لاثني بليون فقير من المحتاجين لأساسيات خدمات الطاقة خصوصاً في القرى. ثانياً، إدخال تكلفة ثاني أكسيد الكربون في تقييم المشروعات قبل تمويلها باستخدام أسعار الظل وذلك لأن تكلفة انبعاث ثاني أكسيد الكربون ليست بصفر. أما إذا انخفض معدل العائد الداخلي للمشروع عند التقييم بأسعار الظل انخفاضاً ملحوظاً وقياسياً فيمكن آنذاك استخدام قيمة الغربلة المعطاة من قبل الوكالة العامة للبيئة (Global Environmental Facility) التي تقدر بـ 25 دولار للطن من ثاني أكسيد الكربون حيث أنها تعطي مجالاً ثانياً لتقييم البدائل.

- **<u>منحنى هوبرت (Hubbert Curve)</u>**

يعد هوبرت كينج أول من اكتشف قواعد استنزاف الموارد الناضبة غير المتجددة ومن بينها البترول. وقد سمي المنحنى عنه حيث أن نظريته تقول أن كل مورد محدود ومتناه (Finite) يتبع القواعد التالية:

1. يبدأ الإنتاج من الصفر.
2. يرتفع الإنتاج إلى أن يصل إلى ذروة لا يمكن تجاوزها ونكون بذلك وصلنا إلى نصف الرصيد.
3. بعد وصول الذروة يبدأ الإنتاج في الانخفاض إلى أن يستنزف المورد.

في دراسة له سنة 1956 توقع هوبرت أن الإنتاج الأمريكي للبترول سيعرف ذروته سنة 1970 وبعدها ينخفض الإنتاج. إلا أن نتيجة دراسته تلك لم تلق تقبلاً كبيراً إلى أن أثبتت الأحداث نظريته حيث بالفعل عرف الإنتاج الأمريكي للبترول ذروته سنة 1971 وبعدها سجل انخفاضاً في الإنتاج.



تعبر المساحة تحت المنحنى عن الإنتاج التراكمي (Cumulative Production) ويصادف ذروة هوبرت نقطة أعلى إنتاج والبلوغ لنصف [illegible] مجموع الإنتاج عبر الزمن "أقصى إنتاج" أو "الإنتاج النهائي" ([illegible]te Production) [illegible]ية هوبرت، أعطيت بعض الإحصائيات للبترول العالمي في نهاية سنة 1999[11] بالبليون برميل (Gb) يوضحها الجدول (5) المنتج العالمي من البترول والاحتياطي ثم أقصى إنتاج للعالم وسنة الذروة للبترول العالمي المتوقع الوصول إليها عام 2003.

جدول (4) إحصائيات البترول العالمي بالبليون برميل (1999)

منتج	820	(Produced)
احتياطي	827	(Reserves)
اكتشاف	1647	(Discovered)
متوقع اكتشافه	153	(Yet-to-Find)
متوقع إنتاجه	980	(Yet-to-Produce)
النهائي	1800	(Ultimate)
معدل الاستنزاف للسنة	%2.2	(Depletion Rate)

11 www.hupertpeak.com. The World's Endowment of Conventional Oil and its Depletion. 1999.

سنة النقطة الوسطى	2003	(Midpoint)

إن المشاكل والأضرار البيئية التي نتجت عن الضغط في استخدام الوقود الأحفوري في مختلف الأنشطة الاقتصادية بالإضافة إلى التنبؤ بقرب استنزاف الاحتياطي العالمي من البترول الخام قد حفز الباحثين والمسؤولين في مجالات استخدام الطاقة إلى التفكير في إيجاد سبل الكفاءة في استخدام الطاقة (Energy Efficiency) والحفاظ عليها (Energy Conservation)، وذلك بإيجاد تقنيات تساعد على توفير واستدامة الطاقة دون التأثير على جودة ووفرة المنتجات الصناعية والتجارية. ولقد كانت أزمة الطاقة (أزمة البترول) لسنة 1973-1974 سبباً جعل الدول المتقدمة وعلى رأسها الولايات المتحدة الأمريكية تفكر في "التوفير في الوقود" كرد فعل لارتفاع الأسعار والخوف من التبعية للبترول الأجنبي، الشيء الذي ولّد التفكير في كفاءة استخدام الطاقة والحفاظ عليها. وقد نتج عن ذلك سنّ أول قانون لسياسة الحفاظ على الطاقة لسنة 1975 في الولايات المتحدة الأمريكية.

5. الدول العربية والطاقة المستديمة:

تعتبر الدول العربية مركزاً لإنتاج الطاقة (خصوصاً منطقة الشرق الأوسط) فمواردها من البترول والغاز الطبيعي تمثل الثلثين والثلث على التوالي من مجموع الاحتياطي العالمي. وقد أشار خطيب (1998)[12] بأن تقلص إنتاج الدول غير الأعضاء في الأوبك والإقبال المستمر على الطاقة البترولية سيزيد من الطلب على البترول والغاز من الدول العربية المنتجة للبترول إلى مستويات تفوق معدل نمو الطاقة العالمي. واستناداً على هذه المعلومة، فإنه إذا تم الإنتاج العربي للبترول على هذا النحو المتوقع فإن التأثير سيكون سلبياً على استدامته.

كان استخدام البترول ومشتقاته في الدول العربية يحتل نصيب الأسد في احتياجات الطاقة في العقود الماضية إلى درجة تهميش استخدام الغاز الطبيعي. إلا أن التدهور البيئي عن طريق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت قد حول مسار الطاقة إلى إيجاد بدائل أنظف على رأسها الغاز الطبيعي. وقد أصبح الغاز الطبيعي مصدر طاقة ملائم للعديد من الأنشطة الصناعية في دول الشرق الأوسط وحالياً 58% من الطاقة الكهربائية المنتجة في منطقة الشرق الأوسط تعتمد على الغاز الطبيعي ويتوقع أن هذه النسبة سترتفع إلى مستوى 75% في سنة 2010 (خطيب، 1998). وقد بدأ التفكير في شبكة للغاز الطبيعي محلية وقطرية. فمقارنة بأنواع الوقود الأخرى، يعتبر الغاز الطبيعي أنظفها حيث تقدر انبعاثاته نحو ثلثي إلى نصف كميات الانبعاثات من البترول.

يرتبط تلوث الهواء من مصادر الطاقة الأحفورية ليس فقط بالاستهلاك وإنما أيضاً بالإنتاج والتصنيع للإيفاء باحتياجات التصدير من البترول ومشتقاته. لذلك سلكت معظم الدول العربية خطى ناجحة في مجالات التقنين والترشيد الخاص بالإنتاج والاستهلاك للطاقة وذلك بإدخال أساليب وتكنولوجيات نظيفة للإنتاج، واستخدام الأدوات الاقتصادية الحافزة على ترشيد الاستهلاك وكذلك خفض مستويات اشتعال الغاز المصاحب (Gas Flaring of Associated Gas) للحد من التلوث (كانت نسبة الحرق تعادل $\frac{3}{4}$ الغاز المصاحب في السبعينات أي 75%، وقد خفضت إلى ما يقل عن 8%). وقد خفضت كميات الغاز المصاحب المشتعل في منطقة الشرق الأوسط إلى ما يقل عن 13 بليون متر مكعب في سنة 1996 (خطيب، 1998) وتعتبر هذه الكميات قياساً منخفضاً بكثير بالنسبة لمستويات السبعينات. وقد أصبح الغاز المصاحب إما يعاد حقنه أو يستخدم في قطاع الصناعة خصوصاً في إنتاج البتروكيماويات والمخصبات.

[12] Khatib, Hisham (1998). The Strategic Value of Cleaner Fossil Fuels Systems. www.greenfossilenergy.org/public_documents/conference_98.htm

كما اتخذت الدول العربية عدداً من الإجراءات لخفض أو حد التلوث من الإنبعاثات الصادرة عن استخدام الطاقة الأحفورية منها الاقتصادية (التدخل في الأسعار) والإرشادية (ترشيد الاستخدام) والتكنولوجية (التكنولوجيا النظيفة) والقانونية (استخدام المعايير والقوانين البيئية). ومن بين الإجراءات المتخذة من قبل الدول العربية ترشيد الطلب على الطاقة، بهدف خفض الاستهلاك الفردي. فمع أن الطلب على الطاقة للفرد في الدول العربية يعتبر أعلى من المعدل العالمي، إلا أن النمو في الطلب على الطاقة قد بدأ يأخذ مسار العقلنة. وقد ساعد في ترشيد الطلب على الطاقة التأكد من أن وفرة مواردها لا تعني رخصها وسوء استخدامها، وإنما تسعيرها بعقلانية لترشيد استخدامها. ويدخل في هذا النطاق كل المنتجات البترولية والمنتجات التي يدخل في تصنيعها استخدام الطاقة الأحفورية من كهرباء وماء وبتروكيماويات. وقد صارت أغلب الدول العربية على يقين من أخطار دعم الاستهلاك الخاص بالطاقة، وأخذت أسعار الطاقة في الارتفاع كما بدأ التفكير في خصخصة قطاع الطاقة وإعادة هيكلته وإدخال بعض منتجي الطاقة الخواص (Independent Power Producers – IPPs) مما ينبأ بتحسين إدارة الطاقة.

ومن جهة أخرى، اتخذت معظم الدول العربية مختلف السبل للحفاظ على الطاقة وتحسين كفاءتها خصوصاً في إنتاج واستهلاك الكهرباء، واستخدام المنتجات والسلع ذات الكفاءة العالية في الحفاظ على الطاقة (Energy Conserving and Efficient Appliances). وتجدر الإشارة إلى بدء استخدام معظم الدول العربية لتقنيات (Combined Cycle Gas Turbine)[13] في إنتاج الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي والتي تصل كفاءتها الحالية إلى 55% بالمقارنة بـ 30% للتقنيات القديمة المستعملة. وقد أفادت دراسة علمية لمعهد الكويت للأبحاث العلمية[14] (1994) أن ضبط طاقة المباني يوفر 800 مليون دينار كويتي (لمدة 15 عاماً، من تاريخ الدراسة) مما سيؤدي إلى توفر ما يقدر بنحو 91 مليون برميل نفط حتى عام 2000. وأكد الباحثون أن إدخال الفواصل الحرارية في أطر الألمونيوم في المباني يعتبر وسيلة فعالة لخفض الكسب الحراري مؤدياً بدوره إلى خفض الاستهلاك السنوي للطاقة نتيجة خفض حمل التبريد في المبنى حيث أجهزة التكييف تستهلك نحو 70 في المائة من الطاقة الكهربائية. "يعتبر قطاع البناء مسؤولاً عن الجزء الأعظم من الطلب الوطني على الطاقة وفي أيام الصيف الحارة تستهلك المكيفات ما يتراوح بين 60 و 70 في المائة من الطاقة وما يتراوح بين 50 و 60 في المائة منها بصورة معدل سنوي. وبغض النظر عن قسوة المناخ تعود المستويات العالية للطلب والاستهلاك إلى اهتمام المعماريين والمصممين الضعيف بتصميم أبنية ذات كفاية طاقية، والمنافسة بين مستوردي أجهزة التكييف التي تؤدي إلى عرض

[13] International Energy Outlook, 2000. Energy Information Administration. Development of Energy.

[14] علوم وتكنولوجيا. العدد 13. أغسطس 1994.

وحدات أكبر قدرة بأسعار دنيا بغض النظر عن كفايتها الطاقية والممارسات الاسرافية من جانب المستهلكين الأفراد والمؤسسات بسبب انخفاض أسعار الطاقة" (علوم وتكنولوجيا، ص 150).

وقد اتخذت في دولة الكويت مدونة شاملة لممارسة الحفاظ على الطاقة في المباني (المساكن والمؤسسات الحكومية والخاصة)، وتضع المدونة الحالية القواعد والأحكام لضبط تدابير المحافظة على الطاقة الكهربائية في المباني ومن بينها العزل الحراري. ولتنفيذ المدونة يتم تطبيق ترتيبات مؤسسية تشترك فيها جهات حكومية عدة من أهمها إجبار المصممين على رفع المخططات إلى وزارة الكهرباء والماء وبلدية الكويت لنيل الموافقة كشرط للسماح بالشروع في البناء.

ومن بين السبل الرادعة المتخذة من قبل الدول العربية كغيرها من الدول تحسين كفاءة الطاقة والمحافظة عليها سن السياسات والقوانين الإلزامية للحفاظ على البيئة ومواردها وأنظمتها الإيكولوجية سواء من الجانب الإنتاجي (موارد الطاقة والنفايات) أو الجانب الاستهلاكي (ترشيد استخدام الطاقة في المؤسسات الاقتصادية والمنازل) وذلك عن طريق إيجاد السبل الناجعة لتحفيز عقلنة الاستخدام وتخفيف حجم النفايات الغازية والسائلة والصلبة لقطاعات النقل والصناعة وتكرير البترول.

أما بالنسبة للطاقة المتجددة، فمعظم الدول العربية ذات الوفرة في موارد المياه تستغل فرصتها بأكملها لتنمية احتياجات الطاقة من الكهرباء أو تنمية القطاع الزراعي. إلا أنه بالنسبة للأنواع الأخرى من الطاقات المتجددة فهي في بداية المسار خصوصاً طاقة الرياح والطاقة الشمسية المستغلة أساساً في تدفئة المياه. يرجع تأخير تطوير آليات مشاريع الطاقة المتجددة إلى الاعتماد على وجود ورخص الطاقة الأحفورية من بترول وغاز في المنطقة. إلا أن الاهتمام باعتبار الطاقات المتجددة في التنمية واحتمالية تطبيقها يرجع دوره إلى المنظمات غير الحكومية وكذلك برامج الأمم المتحدة ووكالة البيئة العالمية. وتجدر الإشارة إلى برنامج الطاقة الشمسية العالمي 1996–2005 (World Solar Programme 1996-2000)[15] التابع لمنظمة اليونيسكو والذي شمل إدخال وتطوير بعض الطاقات المتجددة في عدد من البلدان من العالم من بينها إحدى عشر دولة عربية وهي الجزائر، مصر، الأردن، لبنان، ليبيا، موريتانيا، المغرب، عُمان، السودان، سوريا، وتونس حيث حددت المشاريع ذات الأولوية القصوى لكل بلد على المستوى الوطني. وكذلك برامج صندوق وكالة البيئة العالمية (Global Environmental Facility Fund) الخاص بتشجيع الاهتمام بالطاقات المتجددة ونشر الوعي والاهتمام ببرامج الحفاظ على البيئة الخاصة باستخدام الموارد الطبيعية والتعامل مع غير المتجدد منها.

[15] World Solar Programme 1996-2005. http//193.242.192.2/Science/wsp or www.unesco.org/Science/Publications.

جدول (6) إنتاج العالم العربي من ثاني أكسيد الكربون الصادر عن استهلاك البترول

للسنوات 1980، 1990، 1998 (بالمليون طن متري من الكربون)

	1980	النسبة المئوية من العالم	1990	النسبة المئوية من العالم	1988	النسبة المئوية من العالم
دول الشرق الأوسط العربية	51.25	2.10	84.67	3.48	102.04	3.84
دول أفريقيا العربية	26.07	1.07	40.57	1.67	49.48	1.86
مجموع الدول العربية	77.32	3.17	125.24	5.15	151.52	5.70

نستنتج من بيانات الجدول (6) أن استهلاك الدول العربية للبترول ومشاركتها في الانبعاثات العالمية من غازات الدفيئة لا يمثل إلا جزءً قليلا مما ينتجه العالم. وقد أدلى Fuertes [16] في مقال عن جريدة "The Worldpaper" مارس 2000، أن الدول المصنعة كالولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا وبريطانيا وألمانيا واليابان من بين آخرين تصل إلى 80% من مجموع استهلاك البترول. وأشار إلى أن الدول العربية المصدرة للبترول لا تستهلك سوى 6% من إنتاجها وهذا يمثل 1% من الاستهلاك العالمي للطاقة. وستظل الدول العربية تعتمد على البترول والغاز كمصادر للطاقة بما أنها لا تحتاج إلا لنسبة ضئيلة جداً من الإنتاج للاستهلاك.

إلا أن المشكلة لا تنحصر على مستوى الاستهلاك الضئيل للبترول من قبل الدول العربية ولكن على مستوى الإنتاج للدول المنتجة ومدى الحرص على استدامته لتأمين اقتصاداتها وديمومة رفاهيتها. فقد ذكرت مجلة الاقتصادي[17] أن الاحتياطي المؤكد للعالم من البترول قد ارتفع بـ 2% عام 1996 بأقل من الارتفاع في الطلب على البترول 2.4%. وبالاعتماد على إنتاج سنة 1996، يتوقع استنزاف احتياطي السعودية من البترول في حدود 83 سنة المقبلة. أما الولايات المتحدة الأمريكية فترقب نفاذ احتياطها البترولي ببلوغ سنة 2006.

يتضح من البيانات أن معظم الدول المصنعة على وشك استنزاف مواردها البترولية، واتجاهاتها للبحث المكثف في مجالات الطاقة المتجددة يبين مدى نفورها من التبعية للبترول الشرق أوسطي، وتخوفها من غلاء الأسعار وشحة العرض في المستقبل. إلا أن معظم الدراسات تبين أن إنتاج الطاقات المتجددة محدود، وهناك مجالات لا يمكن الاستغناء فيها عن الطاقة الأحفورية مثل الصناعة والتكرير والتحويل، ومجالات إنتاج الأسمدة والمخصبات الزراعية.

[16] www.worldpaper.com/2000/mar2000/fuertes.htm.

[17] The Economist 8/2/1997.

6. زمن ما بعد البترول وأزمة الألفية:

من المتوقع أن زمن ما بعد البترول يعتبر زمن الصراع للبقاء خصوصاً مع النمو الديمغرافي الذي عرفه العالم حيث أن وجود الطاقة الأحفورية قد ساهم في تقدم الشعوب في مجالات الزراعة والصناعة والتطوير والتقانة. وقد أصبح البترول المغذي الرئيسي لكثير من الصناعات المنتجة لمدخلات الزراعة وكذلك المنتجات الغذائية المتعددة. ومنها ما لا يستطيع الاستمرار بدون وجود البترول، وعدم استمراريتها يرتبط بعدم استمرارية الإنتاجية الزراعية مما يهدد بعدم كفاية المنتجات لسد حاجيات العالم من الغذاء الأساسي مما يؤثر على رفاهية الشعوب.

لقد نبه Youngquist (1999)[18] أن تأثير زيت البترول في تغيير مجرى حياة الشعوب (الاقتصادية والاجتماعية والهياكل السياسية كذلك نمط الحياة) هو أقوى من أي تأثير لأي مادة في زمن قصير. إلا أن مخزون زيت البترول محدود وكذلك وقت ذروته (Oil Peak) الإنتاجية وتضاؤله غير الرجعي قد صار واضحاً للرؤيا. ومما هو غير معروف لدى العديد دور زيت البترول في الإنتاجية الزراعية العالمية وتطورها. فالزراعة العالمية قد صارت معتمدة بصفة قوية على الزيوت والغاز الطبيعي في إنتاج المخصبات والمبيدات التي بدونها ستنخفض مردودية الزراعة. ويعتبر البترول والغاز الطبيعي الموارد الأساسية التي لا بديل لها في إنتاج المبيدات والمخصبات. ومن المتوقع أنه مع انتهاء البترول ستنخفض الإنتاجية الزراعية وآنذاك يرتكز القلق ليس فقط على إيجاد طاقات بديلة بل على إيجاد وتأمين الموارد الأساسية للبقاء وخصوصاً الغذاء (الموارد الزراعية).

توضح الإحصائيات المذكورة سابقاً أن العالم سيصل إلى ذروة الإنتاج البترولي بعد سنتين ويليها انخفاض في الإنتاج ليس من طرف المنتجين ولكنه انخفاض طبيعي للمورد لبدء تلاشي الرصيد يدوم حوالي سبعين سنة. من المعروف أن لكل مورد محدود نهاية (هذا بغض النظر عن وجود اكتشافات جديدة والتي تعتبر احتمالاتها ضئيلة)، وبديهي أن استخدام البترول بالنحو الحالي سيعجل في نفاذه وأن اتخاذ السياسات الهادفة للترشيد والعقلنة (من جانبي الإنتاج والاستهلاك) من شأنها أن تطيل عمر الاحتياطي المتبقي لسنوات إضافية. إلا أن الدول المصنعة ليست على استعداد لتقليص عجلة استخدام البترول خوفاً من تدهور اقتصاداتها (وهذا واضح من عدم موافقة بعضها على توقيع بروتوكول كيوطو لتغير المناخ). كما أن الدول

[18]Walter Youngquist, 1999. The Post-Petroleum Paradigm and Population. Population and Environment, Vol. 20, No. 4, March 1999. Human Sciences Press Inc.

الموقعة على البروتوكول (83 دولة في مطلع سنة 2000)[19] لم تصدق بعد على دخولها الاتفاقية التي بشأنها الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والغازات الدفيئة، ولحد الآن لم يدخل بروتوكول كيوطو حيز التنفيذ .

لم يكن المستفيد الأكبر من استخدام الطاقة الأحفورية سوى الدول المصنعة حيث بنت وطورت وتقدمت في كل القطاعات اعتماداً على الطاقة وهي بالأكيد ستكون أول من يتضرر بشحته أو نفاذه. فمهما تقدمت بحوثها في الطاقات البديلة فلن تستطيع الوصول إلى طاقات تكون بقوة وفاعلية الطاقة الأحفورية وخصوصاً البترول. وهذا من شأنه حدوث أزمة جديدة للطاقة أشد من سابقاتها على الدول المصنعة وكذلك على الدول النامية التي بدأت في بناء تنميتها الصناعية اعتماداً على البترول.

وبما أن الطاقات البديلة لن توفر ما يستلزمه العالم من البترول المستخدم حالياً (لأنه شبه مستحيل الوصول بالطاقات البديلة لكميات تعوض عن كميات إنتاج البترول المستهلك حالياً أو على الأقل في المستقبل القريب) فإنه من المحتمل أن أغلب الدول المصنعة والنامية سترجع لاستخدام الطاقة الذرية أو استخدام احتياطاتها من الفحم الحجري (وهو طاقة أحفورية تنتج كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في حرقها) حيث سيؤثر سلبياً على البيئة إذا لم يقنن استخدامه، فأزمة الألفية ستصبح إذن أزمة اقتصادية وبيئية .

أما وضع الدول العربية من البترول، فمنها من استفاد اقتصادياً (الدول المصدرة) إلا أن معظمها لم يستفد تنموياً إلى مستويات لا غنى لها عن البترول كالدول المصنعة. فالدول العربية المصدرة لا تستخدم سوى جزءً ضئيلاً من إنتاجها (1%) أما باقي الدول العربية غير المنتجة للبترول فنسب استهلاكها من البترول لا يعد سوى جزءً قليلاً من استهلاك الدول المصنعة، وينعكس ذلك على نسبها الضئيلة التي لا تتعدى مجموعها 5% من الانبعاثات الإجمالية المسببة لتغير المناخ.

تفادياً لحدوث أزمة تدهور الطاقة الأحفورية، وحماية للبيئة وتوازنها ، يوجد العديد من الطاقات البديلة التي يمكن استغلالها من طرف الدول العربية، منها المتجدد وغير المتجدد، ومنها ما هو معروف قبل اكتشاف البترول. من بين الطاقات البديلة المتجددة نذكر الطاقة الهيدرولية (المائية) (Hydro Power) والطاقة الشمسية (Solar Energy) والطاقة الهوائية (الرياح) (Wind Power) وطاقة الأمواج (Tidal and Wave Power) والطاقة النباتية (Energy Crops) والطاقة العضوية (النفايات) (Energy from Wastes) . إلا أن الطاقة الشمسية هي أنسب وسيلة من بين هذه البدائل يمكن ترشيحها للنجاح في جميع الدول العربية، وتبقى الطاقة الهوائية والمائية والعضوية مرشحة للدول العربية غير الخليجية لظروفها الطبيعية.

---

[19] نفس مصدر (10) .

أما الطاقة العضوية والنباتية فشأنها شأن الوقود الأحفوري في التلوث البيئي حيث تولد انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون عند اشتعالها .

ومن بين الطاقات البديلة غير المتجددة، نذكر الطاقة النووية (Nuclear Energy) والطاقة الجيو- حرارية (Geothermal Energy) . ويعتبر هذين النوعين من الطاقة غير متجدد لاعتمادهما على موارد طبيعية غير متجددة يتدهور إنتاجها بمرور الزمن. فالطاقة النووية تعتمد على احتياطيات اليورانيوم المحدودة إضافة إلى إمكانيات وقوع آثار جانبية خطيرة وضارة على المحيط الحيوي (كوارث بشرية وحيوية (بيئية)) على المدى القصير والبعيد . أما بالنسبة للطاقة الجيو- حرارية والمستمدة من باطن الأرض فتعتبر طاقة غير متجددة كلياً لكون التجهيزات لها عمر محدد بحوالي 20 سنة إضافة إلى انخفاض الحرارة المستمدة من الحجر مع مرور الزمن، والتي تحتاج إلى زمن طويل لاستعادتها طبيعياً، إضافة إلى تكلفتها الباهظة واحتمالات آثارها الجانبية على البيئة المحيطة بها، إلا أن هذه التقنية غير مولدة لثاني أكسيد الكربون، وقد أجريت بنجاح في الولايات المتحدة الأمريكية والفلبين وإيرلاندا .

7. خلاصة وتوصيات:

يظل الوقود الأحفوري، ولأمد مستقبلي منظور، المصدر الأولي للطاقة في أغلب قطاعات التنمية بغض النظر عن كونه المسبب الرئيسي في تلوث البيئة وتغيرات المناخ، وذلك لعدم كفاءة المصادر البديلة في إمداد الشعوب بطاقات وفيرة توازي قوة استخدام الوقود الأحفوري في تنمية اقتصاداتها . والبترول، بجانب تهديداته للبيئة وتوازنها، يهدد العالم بقرب فنائه المتوقع في بضع عقود إلى حلول القرن المقبل. وقد استنزفت بعض الدول رصيدها والأخرى في طريقها إلى إهتلاك احتياطاتها من البترول. من المتوقع وصول العالم إلى ذروته الإنتاجية للبترول سنة 2003 وبعدها سيعرف الإنتاج انخفاضاً طبيعياً تحدده قواعد استنزاف الموارد غير المتجددة. يظل العالم في صراع بين البيئة والطاقة والتنمية لأنه ليس من المتوقع وجود مثيل من البدائل أو مجموعة منها يحل محل طاقة البترول وما حققته من تقدم شعوب كثيرة في فترة وجيزة من الزمن.

لمواجهة التدهور البيئي العالمي، نصت اتفاقية تغير المناخ على الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وكل الغازات المسببة لتغير المناخ وتلوث الهواء . ولتحقيق جزء من تلك الاتفاقية بدأت الدول المصنعة في إيجاد بدائل نظيفة للطاقة صديقة للبيئة على رأسها الطاقة الشمسية تليها طاقة الرياح والمياه والجيوحرارية. وقد بدأت بعض المؤسسات الأمريكية الرائدة في مجال الطاقة الأحفورية في نهج خطى رائدة في البحوث في ميادين الطاقة الشمسية وبعض الطاقات البديلة مخططة بذلك أن تحتل دور الريادة في مجالات الطاقة المتجددة بعد نفاذ البترول وجعل الدول الأخرى تابعة لها .

يجدر بالدول العربية تشجيع الطاقات المتجددة على الأقل في ميادين توليد الكهرباء والاستخدامات المنزلية وذلك بتوفير التكنولوجيات الجديدة والتعود عليها تحسباً لعدم التبعية في المستقبل للدول المتقدمة في ميادين الطاقة. فالدول المصنعة تكرس مجهوداً قوياً وأموالاً طائلة للبحث في ميادين الطاقات المتجددة ودراسة إمكانيات تصنيعها والاتجار فيها محلياً ودولياً .

مع وفرة الغاز الطبيعي في الدول العربية ورخص سعره، يحق للدول العربية أن تطور التقنيات الخاصة بأساليب الانتفاع من الغاز في الصناعة وعدم الاعتماد التام على زيت البترول. فإن التنوع يولد التجديد والتطوير (كالغاز المسال مثلاً وإمكانيات تسويقه) وهذا من شأنه الحد من الضغط على احتياطي البترول المتوقع نضوبه في عقود قريبة.

إن اتخاذ السياسات الهادفة ومن بينها القوانين الخاصة بمصادر تلوث الهواء كالضرائب على الكربون مثلاً من شأنها ترشيد الاستهلاك للوقود سواء في قطاع النقل أو القطاعات الصناعية الأخرى كما أن ترشيد

استخدام الطاقة في القطاع الصناعي والصيانة والمتابعة وإدخال التكنولوجيات النظيفة والكفاءة في الإنتاج وترشيد استهلاك المنتجات التي يدخل في إنتاجها موارد الطاقة من ماء وكهرباء ومنتجات صناعية أخرى من أهدافها الحفاظ على البيئة وتوازنها . ويدخل في طور السياسات الهادفة أيضاً ترشيد استخدام المياه في الزراعة، ومحاولة إدخال تقنيات الطاقة الشمسية في المجال الزراعي لتوليد الكهرباء وضخ المياه.

ومن بين التوصيات الممكن استهدافها في الدول العربية تشجيع البحث والتطوير في إمكانيات استخدام الطاقات النظيفة في الدول العربية بإنشاء ودعم مراكز للبحث العلمي الخاص بتطوير مجالات الطاقة. والحث على استخدام وسائل النقل ذات الكفاءة العالية في استهلاك الطاقة والأقل تلوثاً للبيئة، وإجراء الفحوص التقنية لعوادم السيارات ووسائل النقل الملوثة، كما أن خصخصة قطاع الطاقة وتنوع مؤسساته وكفاءتها يولد المنافسة والتطوير والابتكار.

إن الطاقة الشمسية هي الطاقة الوحيدة (لحد الآن) المرشحة لتحل محل الوقود الأحفوري (بعد نضوبه) في إنتاج الكهرباء ويتنبأ بنجاح ألواح الفوتوفولتيك (Photovoltaic Panels) التي تحول أشعة الشمس إلى كهرباء. يتوقع فريق شيل للبترول (Shell Petroleum Group) أنه بحلول عام 2050 ستكون الطاقة الشمسية هي الممد الأساسي للطاقة الكهربائية (Dickson). وقد بدأت مجموعة شيل (Shell) في تجهيز مصنعين للطاقة الشمسية وكذلك مجموعات أخرى من كبار رائدي ميادين الطاقة في الولايات المتحدة واليابان. ونرى من المبادرات المذكورة أن نهج المؤسسات الضخمة والمعروفة في ميادين الطاقة البترولية للبحث عن بديل في حال نضوب البترول وشحته (المتنبأ بها) سيجعلها تواكب الصدارة في ميادين إنتاج الطاقات البديلة في المستقبل ملحة في البقاء رائدة في مجال الطاقة.

تتميز الدول العربية باحتمالية نجاح الطاقة الشمسية لظروفها الطبيعية وهذا يولد الأمل في بدء الخطوات نحو التفكير الجاد بإنشاء مؤسسات للطاقة الشمسية والاعتماد عليها في توليد الكهرباء وبذلك يمكنها أن تساهم في تحقيق استدامة مواردها غير المتجددة من الغاز والبترول. كما أن البحث والتطوير قد يساعد في خلق ميادين اقتصادية جديدة متعلقة بميادين تكنولوجيا الطاقة الشمسية وتوفير فرص العمل وتحسين البيئة.



ملحـــق

جدول (1) استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز الكربون المتوقع لعشرين سنة (1990–2020)

جدول (2) احتياطات العالم (1999)

Source: International Energy Outlook, 2000. Energy Information Administration. Development of Energy.

تابع جدول (2) احتياطات العالم (1999)

جدول (3–أ) إنتاج العالم حسب المناطق (1990–2020)

سيناريو I. الحالة الراهنة

جدول (3– ب) إنتاج العالم حسب المناطق (1990–2020)

سيناريو II. حالة ارتفاع الأسعار للبترول الخام

جدول (3-ج) إنتاج العالم حسب المناطق (1990-2020)

سيناريو III. حالة انخفاض الأسعار للبترول الخام

جدول (3-د) إنتاج العالم حسب المناطق (1990-2020)

سيناريو IV. حالة ارتفاع إنتاج الدول غير المنتمية للأوبك

جدول (3–هـ) إنتاج العالم حسب المناطق (1990–2020)

سيناريو V . حالة انخفاض إنتاج الدول غير المنتمية للأوبك

جدول (4) إنتاج العالم من ثاني أكسيد الكربون الصادر عن استهلاك البترول (1980–1998)

تابع جدول (**4**) إنتاج العالم من ثاني أكسيد الكربون الصادر عن استهلاك البترول (**1980–1998**)

تابع جدول (**4**) إنتاج العالم من ثاني أكسيد الكربون الصادر عن استهلاك البترول (**1980–1998**)

تابع جدول (**4**) إنتاج العالم من ثاني أكسيد الكربون الصادر عن استهلاك البترول (**1980–1998**)

تابع جدول (**4**) إنتاج العالم من ثاني أكسيد الكربون الصادر عن استهلاك البترول (**1980–1998**)

الطاقة والبيئة والتنمية المستديمة:
آفاق ومستجدات

أ. نجاة النيش

ملخص

تهدف الورقة إلى إبراز سبل التوفيق بين الطاقة (شريان التنمية الصناعية وتنمية الشعوب) والبيئة (أساس توازن الكون وأساس التنمية من أنظمة حيوية وموارد متجددة وغير متجددة) والتنمية المستديمة (التنمية في ظل القدرات الاستيعابية للأنظمة البيئية وتحقيق رفاهية الشعوب الحالية دون المساس برفاهية الأجيال القادمة) . مع العلم بقرب استنزاف الاحتياطي العالمي من البترول، يظل الوقود الأحفوري المصدر الأول للطاقة في أغلب مجالات التنمية إلا أن المشاكل البيئية المولدة عنه وأهمها ظاهرتي الصوبة والأمطار الحمضية قد أثارت الجدال حول إيجاد طرق للتنمية النظيفة بهدف الحد من تلوث الهواء وإيجاد البدائل الصديقة للبيئة في مجالات الطاقة.

تتطرق الورقة إلى بعض مجالات الطاقة المتجددة النظيفة وتظل الطاقة الشمسية المورد الوحيد المتوعد له بالنجاح في الدول العربية وتليه طاقة المياه والرياح في الدول العربية ذات الظروف المناخية المناسبة. هذا بغض النظر عن كون الوقود الأحفوري سيظل المصدر الأولي للطاقة في أغلب مجالات التنمية، كما أن الاستعانة بالطاقات البديلة له هدفين الأول شأنه تخفيف الوطء عن الطاقات غير المتجددة واستدامتها لإطالة الانتفاع منها اقتصادياً (للدول المصدرة) وتنموياً، والثاني الحد من التلوث الصادر عن الوقود الأحفوري.